

Микроскопия периодически - структурированных слоев сформированных ионной имплантацией

А.С. Морозова¹, А.М. Рогов¹, В.В. Воробьев¹, В.Г. Евтюгин¹, Ю.Н. Осин¹, В.И. Нуждин²,
В.Ф. Валеев², А.Л. Степанов^{1,2}

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, междисциплинарный центр
«Аналитическая микроскопия», 420008, Казань, Россия
morozova_anna_s@mail.ru

²Казанский физико-технический институт им Е.К. Завойского КазНЦ РАН, 420029, Казань,
Россия

Описан способ получения структурированного композиционного материала на подложке из халькогенидного стекла (GeSe) при имплантации ионами Ag⁺. Методами СЗМ и СЭМ показано, что в результате на поверхности GeSe образуется дифракционная решетка с периодом ~ 25 мкм и высотой ступенек ~ 170-200 нм.

Microscopy of periodically-structures layers formed by ion implantation

A.S. Morozova¹, A.M. Rogov¹, V.V.Vorobev¹, V. G. Evtugyn¹, Y.N.Osin¹, V.I. Nuzhdin²,
V.F. Valeev², A.L. Stepanov^{1,2}

¹ Kazan Federal University, interdisciplinary center for analytical microscopy, 420008, Kazan, Russia

² The Kazan E. K. Zavoisky Physical-Technical Institute of the Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 420029, Kazan, Russia

An idea to create microstructured composite material on a GeSe glass substrate by Ag⁺ ion implantation is realized. With the use of scanning electron microscopy and atomic-force microscopy it was demonstrated that about creation of the diffraction grating on GeSe glass surface with the period of ~25mkm and ~170-200 nm of a step height.

Композиционные микроструктурированные материалы на основе оптически прозрачных диэлектриков, содержащие наноразмерные элементы, в настоящее время используются в качестве оптических дифракционных элементов (решеток) и фотонных кристаллов [1]. На практике подобные дифракционные решетки могут быть использованы в элементах оптической коммуникации, для повышения эффективности солнечных батарей, в качестве оптических дифракционных решеток и т.д. Ожидается, что, периодические микрометрические решетки обеспечат возможность проведения статистического анализа биообъектов, в частности популяций микроорганизмов методами высокоразрешающей сканирующей электронной, лазерной конфокальной и атомно-силовой микроскопии. Наноразмерными элементами в подобных дифракционных материалах могут служить наночастицы благородных металлов [2].

С целью создания дифракционных элементов проводилась низкоэнергетическая ионная имплантация диэлектрика через поверхностную проволочную металлическую маску с отверстиями микронного размера, которая позволяет, используя эффект локального ионного распыления, создавать на поверхности стекла упорядоченные двумерные микроструктуры [2]. Для получения структурированного композиционного материала была использована подложка из халькогенидного стекла (GeSe). Имплантация проводилась ионами Ag⁺ с энергией 30 кэВ при дозе облучения $8 \cdot 10^{16}$ ион/см² при фиксированной плотности тока в ионном пучке 20 мкА/см² на ионном ускорителе ИЛУ-3. В настоящем исследовании для формирования имплантацией периодических микроструктур на GeSe накладывались никелевые проволочные маски с квадратными отверстиями ~ 30 мкм. Наблюдение морфологии поверхности было проведено на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Merlin (Carl Zeiss). Измерения профиля, полученной дифракционной решетки, осуществлялось на сканирующем зондовом микроскопе FastScan (Bruker).

Как результат имплантации, и как показано на Рис. 1, поверхность облученного образца представляет собой упорядоченную решетку с ячейками, сформированными вследствие ионного травления халькогенидного стекла. На Рис. 1В и Г показано поперечное сечение, соответствующее профилю сформированной решетки. Из профиля видно, что период решетки составляет примерно 25 мкм, а высота ступеней ~ 170-200 нм.

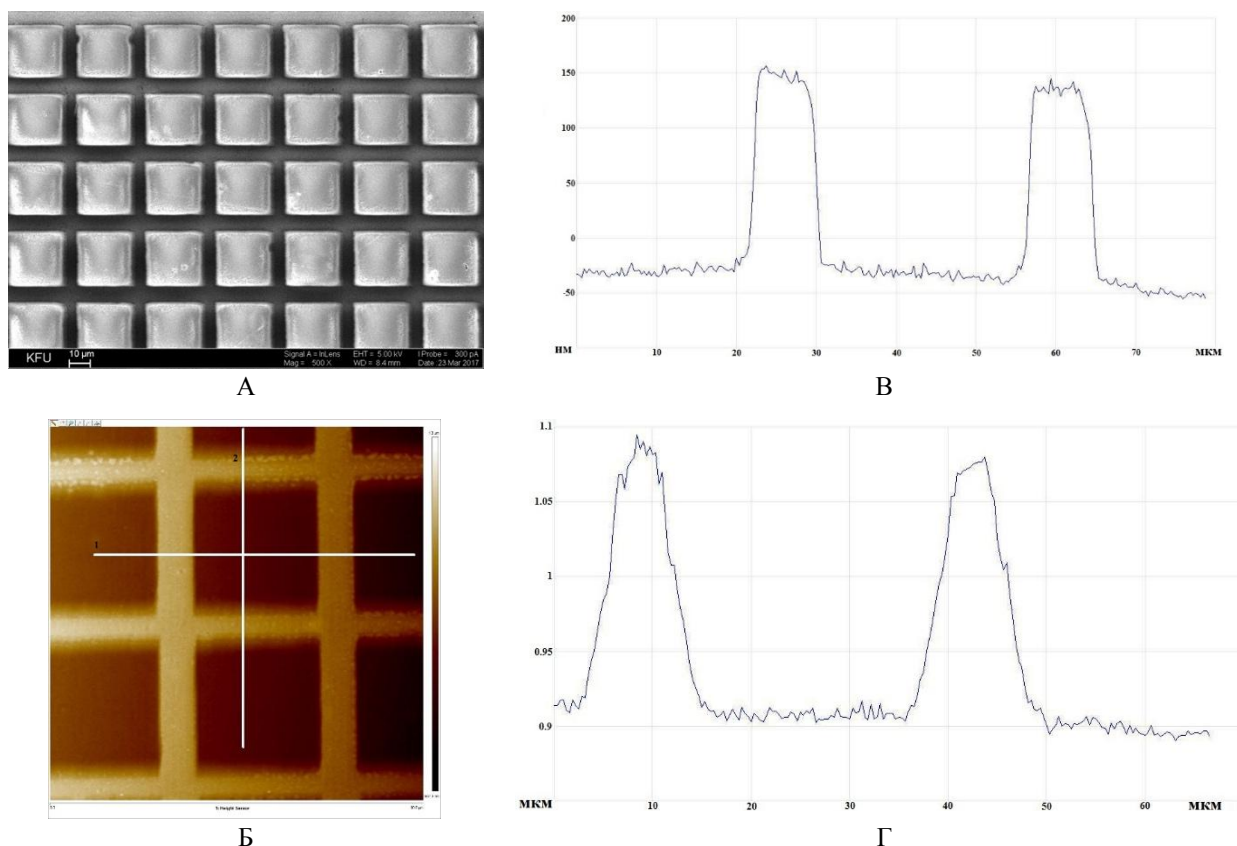


Рисунок 1. СЭМ изображение решетки (А), СЭМ изображения решетки (Б), а также (В) и (Г) соответствующие поперечные сечение вдоль линий.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-08-00850.

1. В.А. Сойфера *Дифракционная нанофотоника* (Физматлит), 680 (2011).
2. L.A.H. Fleming, S. Wackerow, A.C. Hourd, W.A. Gillespie, G. Seifert, A. Abdolvand, *Opt. Express.* **20**, 22 579 (2012).